

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09244710 A**(43) Date of publication of application: **19 . 09 . 97**

(51) Int. Cl.

**G05B 13/04**  
**G05B 13/02**  
**G06F 15/18**  
**// B60G 17/015**

(21) Application number: **08082065**(22) Date of filing: **11 . 03 . 96**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(72) Inventor: **OSAKU SATORU**  
**MURATA MASAHIRO**(54) **ESTIMATION PARAMETER CONTROLLER FOR VARIABLE ESTIMATION DEVICE**

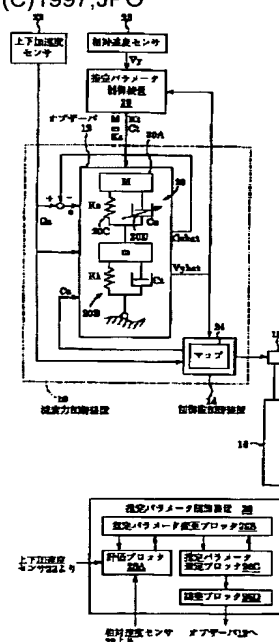
12.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To speedily and efficiently tune a prescribed corresponding relation by evaluating the probability of an output variable estimated based on estimation parameters before and after a change, selecting the optimum estimation parameter whose evaluation is the highest and controlling the prescribed corresponding relation.

**SOLUTION:** An estimation parameter change block 26B generates one new individual. Evaluation values as the indexes of the probability of estimation values  $V_{yhat}$  are operated on the respective individuals based on the measured value of relative speed and the estimated value  $V_{yhat}$  of relative speed between a space above a spring and a space below the spring when an attenuation force controller 10 tries the control of a shock absorber 16 based on gene information of the respective individuals of a new generation containing the new individual. Furthermore, an estimation parameter selection block 26C erases the individual whose evaluation value is the lowest and selects the individual whose evaluation value is the highest. An adjustment block 26D outputs the combination of the optimum parameters to an observer



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-244710

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 5 B 13/04  
13/02G 0 5 B 13/04  
13/02

C

Z

G 0 6 F 15/18  
// B 6 0 G 17/015

5 5 0

G 0 6 F 15/18  
B 6 0 G 17/015

5 5 0 C

A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平8-82065

(22) 出願日

平成8年(1996)3月11日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 大作 覚

愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車  
株式会社内

(72) 発明者 村田 正博

愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車  
株式会社内

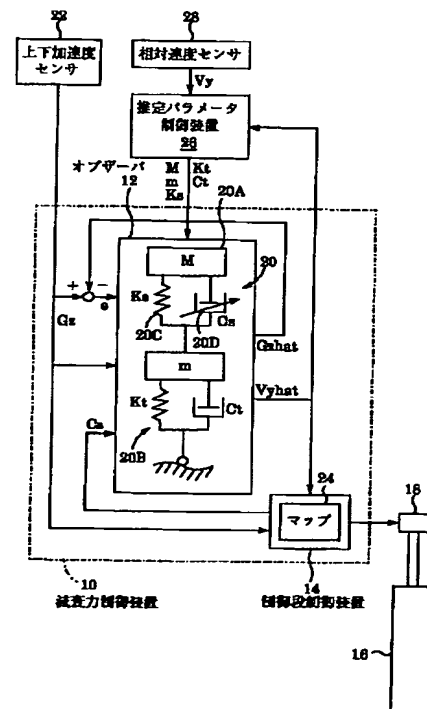
(74) 代理人 弁理士 明石 昌毅

(54) 【発明の名称】 変量推定装置の推定パラメータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 多大の時間及び労力を要する試行錯誤を不要にして所定の対応関係のチューニングを従来に比して遥かに容易に且つ能率よく行う。

【解決手段】 入力変量としてのばね上の上下加速度  $G_z$  について所定の対応関係により出力変量としてのばね上-ばね下間の相対速度の推定値  $V_{yhat}$  を推定するオブザーバ12の推定パラメータ制御装置26。変更ブロック26Bにより推定パラメータを変更し、変更前及び変更後の推定パラメータに基づきオブザーバにより推定された相対速度の推定値の確からしさを評価ブロック26Aにより評価し、選定ブロック26Cにより評価が最も高い最適の推定パラメータを選定し、調整ブロック26Dにより最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置の推定パラメータ制御装置にして、前記推定パラメータを変更する変更手段と、前記変更前及び変更後の推定パラメータに基づき前記変量推定装置により推定された出力変量の確からしさを評価する評価手段と、前記評価手段による評価が最も高い最適の推定パラメータを選定する選定手段と、前記最適の推定パラメータに基づき前記所定の対応関係を調整する調整手段とを有することを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項2】請求項1の変量推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記所定の対応関係はオブザーバであることを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項3】請求項1の変量推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記所定の対応関係はマップであることを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項4】請求項1乃至3の何れかの変量推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変更手段及び前記選定手段は遺伝的アルゴリズムに基づき作動することを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項5】請求項1乃至4の何れかの変量推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変量推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、前記入力変量は車輛のばね上加速度であり、前記出力変量は前記相対速度の推定値であり、前記推定パラメータはばね上質量、ばね下質量、前記ばねのばね定数を含み、前記評価手段は前記相対速度の推定値と前記相対速度の実測値との偏差の関数に基づき前記相対速度の推定値の確からしさを評価することを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項6】請求項4又は5の変量推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変更手段は予め設定された上限値及び下限値を有する所定の範囲内にて前記推定パラメータを変更することを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置に係り、更に詳細には変量推定装置の推定パラメータ制御装置に係る。

## 【0002】

【従来の技術】自動車等の車輛のサスペンション制御装置の一つとして、例えば特開平7-89321号公報に記載されている如く、路面とばね下との間の相対変位、

ばね上とばね下との間の相対速度、ばね下の上下速度、ばね上の上下速度の四つの入力変量に基づき所定の演算式により出力変量としての操作量を演算し、操作量に基づきアクティブサスペンションのアクチュエータに対する作動流体の給排を制御するよう構成されたサスペンション制御装置が従来より知られている。

【0003】かかるサスペンション制御装置によれば、四つの入力変量に基づき所定の演算式により演算された操作量に基づいてアクティブサスペンションのアクチュエータに対する作動流体の給排が制御され、四つの入力変量に対するゲインは車輛の乗り心地性及び操縦安定性の最適化により定まる値よりサスペンションスプリング及びダンパの分担分を除算した値であるので、サスペンションスプリング及びダンパの分担分を含むゲインをチューニングにより設定しなければならない従来のサスペンション制御装置の場合に比して、各ゲインを容易に且つ的確に設定することができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記公報に記載されたサスペンション制御装置に於いても、四つの入力変量に対するゲインを設定するためには車輛の乗り心地性及び操縦安定性の最適化により定まる値を試行錯誤により決定するチューニングが必要であり、そのため四つの入力変量に対する最適のゲインを設定するには多大の時間及び労力が必要である。

【0005】本発明は、従来のサスペンション制御装置に於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置に於いて、推定パラメータを最適化し、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係を調整することにより、多大の時間及び労力を要する試行錯誤を不要にして所定の対応関係のチューニングを従来に比して遥かに容易に且つ能率よく行い得るようにすることである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上述の如き主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ち入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置の推定パラメータ制御装置にして、前記推定パラメータを変更する変更手段と、前記変更前及び変更後の推定パラメータに基づき前記推定装置により推定された出力変量の確からしさを評価する評価手段と、前記評価手段による評価が最も高い最適の推定パラメータを選定する選定手段と、前記最適の推定パラメータに基づき前記所定の対応関係を調整する調整手段とを有することを特徴とする変量推定装置の推定パラメータ制御装置によって達成される。

【0007】請求項1の構成によれば、入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置の推定パラメータが変更され、変更前及び変更後の推

定パラメータに基づき変量推定装置により推定された出力変量の確からしさが評価され、評価が最も高い最適の推定パラメータが選定され、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係が調整されるので、多大の時間や労力を費やす試行錯誤を行うことなく所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0008】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1の構成に於いて、前記所定の対応関係はオブザーバであるよう構成される（請求項2の構成）。

【0009】請求項2の構成によれば、オブザーバの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりオブザーバが調整されるので、オブザーバのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0010】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1の構成に於いて、前記所定の対応関係はマップであるよう構成される（請求項3の構成）。

【0011】請求項3の構成によれば、マップの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりマップが調整されるので、マップのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0012】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1乃至3の構成に於いて、前記変更手段及び前記選定手段は遺伝的アルゴリズムに基づき作動するよう構成される（請求項4の構成）。尚本願に於ける「遺伝的アルゴリズム」（以下必要に応じて「GA」と略記する）とは、推定パラメータを遺伝子とする個体を交配させて新世代を誕生させ、新世代を含む個体を所定の評価関数により評価し、評価が最も低い個体を抹消させると共に必要に応じて評価が最も高い個体を選択するアルゴリズムをいう。

【0013】請求項4の構成によれば、変更手段による推定パラメータの変更及び選定手段による評価結果に基づく最適の推定パラメータの選定が確実に且つ最適に行われるので、上述の請求項1乃至3の構成による作用効果が確実に得られる。

【0014】また本発明によれば、上述の詳細な課題を効果的に達成すべく、請求項1乃至4の構成に於いて、前記変量推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、前記入力変量は車輛のばね上加速度であり、前記出力変量は前記相対速度の推定値であり、前記推定パラメータはばね上質量、ばね下質量、前記ばねのばね定数を含み、前記評価手段は前記相対速度の推定値と前記相対速度の実測値との偏差の関数

に基づき前記相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（請求項5の構成）。

【0015】請求項5の構成によれば、車輛のばね上加速度を入力変量として所定の対応関係によりばね上とばね下との間の相対速度の推定値を求める変量推定装置の推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段により所定の対応関係が調整されるので、所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得ると共に、変量推定装置によりばね上とばね下との間の相対速度を正確に推定してショックアブソーバの減衰力を高精度に制御し得るようになる。

【0016】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項4又は5の構成に於いて、前記変更手段は予め設定された上限値及び下限値を有する所定の範囲内にて前記推定パラメータを変更するよう構成される（請求項6の構成）。

【0017】請求項6の構成によれば、推定パラメータは下限値以上で上限値以下の所定の範囲内にて変更されるので、変更手段により推定パラメータが不適切な値に変更されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータがその最適値に到達し、これにより所定の対応関係のチューニングを早く達成することが可能になる。

【0018】

【課題解決手段の好ましい態様】本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、選定手段は最も高い評価が基準値以上であるか否かを判定し、最も高い評価が基準値未満であるときには変更手段による変更及び評価手段による評価を繰り返し、最も高い評価が基準値以上であるときには最も高い評価に対応する推定パラメータを最適の推定パラメータとして選定するよう構成される（好ましい態様1）。

【0019】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至4の何れかの構成に於いて、推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、入力変量はばね上とばね下との間の相対速度であり、出力変量はショックアブソーバの目標減衰力であり、推定パラメータはショックアブソーバの各制御段についての相対速度と目標減衰力との間の関係を含み、評価手段は相対速度の推定値と相対速度の実測値との偏差の関数に基づき相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（好ましい態様2）。

【0020】本発明の更に他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項5又は上記好ましい態様2の構成に於いて、評価手段は相対速度の推定値と相対速度の実測値との振幅の偏差及び位相差の関数に基づき相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（好ましい態様3）。

## 【0021】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照しつつ、本発明を好ましい実施形態について詳細に説明する。

【0022】図1はスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置のオブザーバのチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【0023】図1に於て、減衰力制御装置10はオブザーバ12及び制御段制御装置14を有している。また図1に於て、16は $S_1 \sim S_n$ の $n$ 個の制御段を有するそれ自身周知の減衰力可変式のショックアブソーバを示しており、ショックアブソーバ16は制御段制御装置14により例えばステップモータ式のアクチュエータ18を介して制御段が制御されることにより減衰力、厳密には減衰係数が制御されるようになっている。

【0024】オブザーバ12は内部に単輪2自由度のモデル20を有している。このモデル20の $M$ 及び $m$ はそれぞればね上20Aの質量及びばね下20Bの質量を示し、 $K_s$ 及び $K_t$ はそれぞれサスペンションスプリング20Cのばね定数及びばね下20Bのばね定数を示し、 $C_s$ 及び $C_t$ はそれぞれショックアブソーバ20Dの減衰係数及びばね下20Bの減衰係数を示している。

【0025】オブザーバ12には車輪に近接した位置にて車体に設けられた上下加速度センサ22により検出され図には示されていないフィルタによりバンドパスフィルタ処理された車体の上下加速度 $G_z$ を示す信号が入力され、また制御段制御装置14よりショックアブソーバ16の減衰係数 $C_s$ を示す信号が入力され、オブザーバ12はこれらの入力変数に基づき所定の対応関係にて出力変数としてのばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びばね上加速度の推定値 $G_{zhat}$ を演算するようになっている。特に図示の実施形態に於いては、ばね上加速度の推定値 $G_{zhat}$ と実上下加速度 $G_z$ との偏差 $e$ に基づくフィードバック制御が行われるようになっている。

【0026】図示の実施形態に於いては、制御段制御装置14は後述の如く車体の上下加速度 $G_z$ を積分することによりばね上速度 $V_z$ を演算し、オブザーバ12より入力されるばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びばね上速度 $V_z$ に基づき $C$ をスカイフック減衰係数として下記の数1に従ってスカイフックの演算を行うことにより、ショックアブソーバ16に要求される減衰係数 $C_{sreq}$ を演算する。

$$【数1】 C_{sreq} = C \times (V_z / V_{yhat})$$

【0027】また制御段制御装置14は、後述の如く減衰係数 $C_{sreq}$ 及び相対速度の推定値 $V_{yhat}$ に基づき下記の数2に従ってショックアブソーバ16に要求される減衰力 $F_{sreq}$ を演算する。

$$【数2】 F_{sreq} = C_{sreq} \times V_{yhat}$$

【0028】更に制御段制御装置14は、図2に示され

ている如く、ショックアブソーバ16の各制御段 $S_i$  ( $i = 1 \sim n$ ) についてばね上とばね下との間の相対速度 $V_y$ とショックアブソーバの減衰力 $F_s$ との関係を示すマップ24を有し、相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びショックアブソーバに要求される減衰力 $F_{sreq}$ に基づきマップ24より減衰力 $F_s$ が $F_{sreq}$ に最も近い制御段 $S_a$ を $n$ 個の制御段 $S_i$ より選定し、ショックアブソーバの制御段を選定された目標制御段 $S_a$ に制御するための制御信号をアクチュエータ18へ出力し、これによりショックアブソーバの減衰力を制御する。

【0029】図1に示されている如く、オブザーバ12の推定パラメータであるばね上20Aの質量 $M$ 、ばね下20Bの質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ は推定パラメータ制御装置26より入力される。推定パラメータ制御装置26には相対速度センサ28よりばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ を示す信号が入力されるようになっている。

【0030】図3に示されている如く、推定パラメータ制御装置26は評価ブロック26Aと推定パラメータ変更ブロック26Bと推定パラメータ選定ブロック26Cと調整ブロック26Dとを有している。推定パラメータ変更ブロック26Bは、図4に示されている如く、上記5種類の推定パラメータ、即ちばね上の質量 $M$ 、ばね下の質量 $m$ 、サスペンションスプリングのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ の組合せを遺伝子とする $m$ 個の個体 $I(j)$  ( $j = 1 \sim m$ ) よりなる個体群と、各個体に対応する $m$ 個の評価関数としての評価値 $X(j)$ とを記憶手段に記憶している。各遺伝子情報は例えば「0」と「1」とよりなる8桁の数として表現され、各遺伝子情報及び評価値の初期値は車輛の出荷時に予め所定値に設定される。

【0031】また推定パラメータ変更ブロック26Bはこれらの個体をGAに則り交配させて一つの新しい個体 $I(m+1)$ を誕生させ、その新しい個体を含む新世代の各個体の遺伝子情報に基づき減衰力制御装置10によりショックアブソーバ16の制御が試行された際のばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ 及び相対速度の推定値 $V_{yhat}$ に基づき推定値 $V_{yhat}$ の確からしさの指標としての評価値 $X(j)$ を各個体について演算する。

【0032】特に図示の実施形態に於いては、図5に示されている如く、ばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ のバンドパスフィルタ処理後の値を $V_{yb}$ とし、相対速度の推定値 $V_{yhat}$ のバンドパスフィルタ処理後の値を $V_{yhatb}$ として、これらの振幅偏差 $\Delta V_y = V_{yb} - V_{yhatb}$ が演算され、また $V_{yb}$ 及び $V_{yhatb}$ の位相差 $\Delta t$ が演算される。そしてそれぞれ下記の数3及び数4に従って振幅偏差の積分値 $E_1$ 及び位相差の積算値 $E_2$ が演算され、 $K_1$ 、 $K_2$ 及び $A$ をそれぞれ正の定数として下記の数5に従って評価値 $X(j)$ が演算される。

【0033】

【数3】  $E1 = \int \Delta V y^2 dt$

【数4】  $E2 = \Sigma \Delta t^2$

【数5】  $X(j) = A / (K1 \times E1 + K2 \times E2)$

【0034】更に推定パラメータ選定ブロック26Cは新しい個体を含むm+1個の個体より評価値X(j)が最も低い個体を抹消させると共に必要に応じて各個体を順次繰り上げ、残りのm個の個体、即ち新世代より評価値X(j)が最も高い個体を選択する。そして調整ブロック26Dはブロック26Cにより選択された個体の遺伝子情報、即ち最適の推定パラメータの組合せを減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力し、これによりオブザーバの推定パラメータを最適値に設定する。

【0035】特に図示の実施形態に於いては、各推定パラメータについて下記の表1に示されている如く上限値及び下限値が設定されている。尚これらの上限値及び下限値は各推定パラメータを所定の範囲内の値に設定するためのものである。

【0036】

【表1】

推定パラメータ	上限値	下限値
M	Mmax	Mmin
m	mmax	mmin
Ks	Ksmax	Ksmin
Kt	Ktmax	Ktmin
Ct	Ctmax	Ctmin

【0037】またGAによる個体の交配は、個体間に於いて遺伝子情報を組み替える任意の操作により行われてよいが、主として「遺伝子情報の交換による交叉」（一方の個体のn個の遺伝子の一部が他方の個体の対応する遺伝子に入れ替えられる）、「一つの遺伝子情報内に於ける交叉」（二つの個体の互いに対応する遺伝子情報の一部が相互に入れ替えられる）、「突然変異」（一方の個体のn個の遺伝子の一部が他方の個体の対応する遺伝子情報と対立する情報の遺伝子に入れ替えられる）の三つの態様にて行われる。これらの交叉に於いて、何れの遺伝子を入れ替えるか、何れの遺伝子の何れの情報部分を入れ替えるか、何れの個体の組合せについて交叉が行われるかは予め設定された確率により決定される。

【0038】尚減衰力制御装置10は実際には例えばCPU、ROM、RAM、入出力装置を含むマイクロコンピュータ及び駆動回路にて構成されていてよく、推定パラメータ制御装置26も実際には例えばCPU、ROM、RAM、入出力装置を含むマイクロコンピュータにて構成されていてよい。

【0039】次に図6のフローチャートを参照して図示の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンについて説明する。

【0040】まずステップ10に於いては交配により新世代I(m+1)を誕生させる演算が行われる。ステップ2

0に於いては新しい個体のばね上の質量M(m+1)がその下限値Mmin未満であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ30へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ40に於いて新しい個体のばね上の質量M(m+1)がその下限値Mminに設定される。

【0041】ステップ30に於いては新しい個体のばね上の質量M(m+1)がその上限値Mmaxを越えているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ60へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ50に於いて新しい個体のばね上の質量M(m+1)がその上限値Mmaxに設定される。

【0042】ステップ60に於いては新しい個体のばね下の質量m(m+1)についてステップ20~50と同様の処理により下限値mmin及び上限値mmaxによるガード処理が行われ、ステップ70に於いては新しい個体のサスペンションスプリングのばね定数Ks(m+1)についてステップ20~50と同様の処理により下限値Ksmin及び上限値Ksmaxによるガード処理が行われる。

【0043】またステップ80に於いては新しい個体のばね下のばね定数Kt(m+1)についてステップ20~50と同様の処理により下限値Ktmin及び上限値Ktmaxによるガード処理が行われ、ステップ90に於いては新しい個体のばね下の減衰係数Ct(m+1)についてステップ20~50と同様の処理により下限値Ctmin及び上限値Ctmaxによるガード処理が行われる。

【0044】ステップ100に於いてはタイマのカウント値が0にリセットされると共に、jが1にセットされ、ステップ110に於いてオブザーバ12の推定パラメータM、m、Ks、Kt及びCtがそれぞれ個体I(j)の値M(j)、m(j)、Ks(j)、Kt(j)、Ct(j)に設定される。

【0045】ステップ120に於いては推定パラメータが個体I(j)の値に設定された状態で図6に示されたルーチンと同様のルーチンに従ってスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御、即ち試行が行われ、ステップ130に於いてはタイマのカウント値TがTo（正の定数）インクリメントされる。

【0046】ステップ140に於いてはタイマのカウント値Tが基準値Tc（正の定数）を越えているか否かの判別、即ち試行時間が経過したか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ120へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ150へ進む。ステップ150に於いては相対速度センサ28により検出された相対速度の実測値Vyの読み込みが行われると共に、ステップ130に於いてタイマのカウント値が0にリセットされた時点以降の試行時間内に於ける振幅偏差の積分値E1及び位相差の積算値E2がそれぞれ上記数3及び数4に従って演算され、評価値X(j)が上記数5に従って演算される。

【0047】ステップ160に於いてはjが1インクリ

メントされ、ステップ170に於いてはjがm+1を越えているか否かの判別、即ち新しい個体を含む全ての個体について試行が行われたか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ110へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ180へ進む。

【0048】ステップ180に於いてはm+1個の個体のうち評価値が最も低い個体が抹消され、ステップ190に於いては最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ （正の定数）以上であるか否かの否定判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ10へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ200に於いてm個の個体のうち評価値が最も高い個体を選択されると共に、その個体の遺伝子情報、即ち推定パラメータが減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力され、しかる後このルーチンによる制御を終了する。

【0049】次に図7を参照して図1に示された制御段制御装置14により実行されるスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御のルーチンについて説明する。尚ステップ120に於けるショックアブソーバの減衰力の試行制御のルーチンも図7のルーチンと同様である。

【0050】ステップ310に於いては上下加速度センサ22により検出されバンドパスフィルタ処理された車体の上下加速度 $G_z$ を示す信号及びオブザーバ12により推定されたばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ の読み込みが行われ、ステップ320に於いては車体の上下加速度 $G_z$ を積分することによりばね上速度 $V_z$ が演算される。

【0051】ステップ330に於いては相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ 及びばね上速度 $V_z$ に基づき前記数1に従ってスカイフックの演算が行われることにより、ショックアブソーバ16に要求される目標減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が演算される。ステップ340に於いては減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が負であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはそのままステップ360へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ350に於いて減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が0に設定される。

【0052】ステップ360に於いては目標減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ 及び相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づき前記数2に従ってショックアブソーバ16の目標減衰力 $F_{\text{sreq}}$ が演算され、ステップ370に於いては相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ 及び目標減衰力 $F_{\text{sreq}}$ に基づき図2に示されたグラフに対応するマップ24よりショックアブソーバの目標制御段 $S_a$ が決定される。

【0053】ステップ380に於いては目標制御段 $S_a$ 及び相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づきショックアブソーバの減衰係数 $C_s$ が求められ、ステップ390に於いては減衰係数 $C_s$ を示す信号がオブザーバ12へ出力される。ステップ400に於いては目標制御段 $S_a$ に対応する制御信号がアクチュエータ18へ出力され、これによ

りショックアブソーバの制御段が目標制御段に制御される。

【0054】かくして図示の第一の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26及び減衰力制御装置10に於ける制御のタイムシーケンスは図8に示されている通りである。即ちステージ1～3の順に各制御が実行され、ステージ3が完了するとステージ1～3が再度繰返し実行される。そして最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ 以上になるとステージ4が実行される。尚ステージ2の時間は1時間程度に設定され、ステージ1及び3は実質的に瞬間的に行われる。

【0055】以上の説明より解る如く、図示の実施形態によれば、ステップ10～90に於いて個体の交配により新しい個体が誕生せしめられ、ステップ100～170に於いて各個体が試行され、ステップ150に於いて各個体の評価値 $X(j)$ が演算され、ステップ180に於いて評価値が最も低い個体が抹消せしめられる。そしてステップ190に於いて最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ 以上である旨の判別が行われるまでステップ10～180が繰返し実行され、ステップ190に於いて肯定判別が行われるとステップ200に於いて評価値が最も高い個体を選択され、その個体の推定パラメータが減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力され、これによりオブザーバの推定パラメータのチューニングが完了する。

【0056】尚オブザーバの推定パラメータのチューニングが完了すると、推定パラメータ制御装置26が減衰力制御装置10より取り外され、減衰力制御装置10のオブザーバ12はチューニングにより設定された推定パラメータにより相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ を演算し、制御段制御装置14は相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づきスカイフック制御によるショックアブソーバの減衰力の制御を実行する。

【0057】図示の実施形態によれば、車輛の実際の状態に応じてオブザーバの推定パラメータが自動的にチューニングされるので、従来は試行錯誤によるチューニングにより長時間かけて行われていたオブザーバの推定パラメータの設定を容易に且つ能率よく行うことができる。

【0058】また図示の実施形態によれば、ステップ20～90により、新しい個体の推定パラメータが必ず下限値以上で上限値以下の値に設定されるので、個体の交配により推定パラメータが発散して不適切な値に設定されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータをその最適値に到達させてオブザーバ12のチューニングを早く終了させることができる。

【0059】尚図示の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26により制御されるオブザーバ12の推定パラメータはばね上20Aの質量 $M$ 、ばね下20Bの

質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ であるが、必要ならばばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ は推定パラメータ制御装置26により制御されることなく一定値に設定されてもよい。

#### 【0060】第二の実施形態

図9はスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置の制御段制御装置のチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第二の実施形態の概略構成図である。尚図9に於いて、図1に示された部材に対応する部材には図1に於いて付された符号と同一の符号が付されている。

【0061】この実施形態に於いては、オブザーバ12の推定パラメータ、即ちばね上20Aの質量 $M$ 、ばね下20Bの質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ はそれぞれ予め所定の値に設定されており、制御段制御装置14のマップ24が推定パラメータ制御装置26によりチューニングされるようになっている。

【0062】この実施形態に於ける推定パラメータ制御装置26の推定パラメータ変更ブロック(26B)は、図10に示されている如く、 $n$ 個の減衰力マップ $Mp1(j) \sim Mpn(j)$ の組合せを遺伝子とする $m$ 個の個体 $I(j)$  ( $j = 1 \sim m$ )よりなる個体群と、各個体に対応する $m$ 個の評価値 $X(j)$ とを記憶手段に記憶している。減衰力マップ $Mp1(j) \sim Mpn(j)$ は、図11に個体 $I(1)$  ( $j = 1$ )について示されている如く、それぞれショックアブソーバの $S1$ 段 $\sim S_n$ 段に対応するばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{\hat{y}}$ と減衰力 $F_{sreq}$ との間の関係である。

【0063】この実施形態に於いても、遺伝子情報のマップ $Mp1(j) \sim Mpn(j)$ について下記の表2に示されている如く上限値及び下限値が設定されている。尚上限値及び下限値は各制御段のマップを所定の範囲内の値に設定するためのものである。

【表2】

マップ	上限値	下限値
$Mp1(j)$	$Mp1max$	$Mp1min$
$Mp2(j)$	$Mp2max$	$Mp2min$
.	.	.
.	.	.
$Mpn(j)$	$Mpnmax$	$Mpnmin$

【0064】次に図12のフローチャートを参照して第二の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンについて説明する。

【0065】この実施形態のステップ15に於いては $i$ が1にセットされ、ステップ25に於いては新しい個体の減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が下限値 $Mpimin$ より小さいか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ35へ進み、肯定判別が行われたときにはステッ

プ45に於いて減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が下限値 $Mpimin$ に設定される。

【0066】ステップ35に於いては減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が上限値 $Mpimax$ より大きいのか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ65へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ55に於いて減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が上限値 $Mpimax$ に設定される。

【0067】ステップ65に於いては $i$ が1インクリメントされ、ステップ75に於いては $i$ が $n$ を越えているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ25へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ100へ進む。ステップ100 $\sim$ 200は上述の第一の実施形態の場合と同様に実行されるが、ステップ110に於いては推定パラメータ、即ち制御段制御装置14のマップ24が個体 $I(j)$ の値に設定され、ステップ120に於いてはそのマップを用いて図7に示されたフローチャートに従ってショックアブソーバ16の減衰力の制御が試行される。

【0068】従ってこの実施形態に於いても、ステップ10 $\sim$ 90に於いて個体の交配により新しい個体が誕生せしめられ、ステップ100 $\sim$ 170に於いて各個体が試行され、ステップ150に於いて各個体の評価値 $X(j)$ が演算され、ステップ180に於いて評価値が最も低い個体が抹消せしめられる。そしてステップ190に於いて最も高い評価値 $X_{max}$ が基準値 $X_c$ 以上である旨の判別が行われるまでステップ10 $\sim$ 180が繰り返し実行され、ステップ190に於いて肯定判別が行われるとステップ200に於いて評価値が最も高い個体を選択され、その個体の推定パラメータが制御段制御装置14のマップ24へ出力され、これによりマップの推定パラメータのチューニングが完了する。

【0069】またマップ24の推定パラメータのチューニングが完了すると、推定パラメータ制御装置26が制御段制御装置24より取り外され、制御段制御装置24は減衰力制御装置10のオブザーバ12により推定された相対速度の推定値 $V_{\hat{y}}$ に基づきマップ24より目標減衰力 $F_{sreq}$ を演算し、目標減衰力に基づきショックアブソーバの減衰力の制御を実行する。

【0070】かくして図示の第二の実施形態によれば、ショックアブソーバ16の実際の状態に応じてマップの推定パラメータが自動的にチューニングされるので、従来は試行錯誤によるチューニングにより長時間かけて行われていたマップの設定を容易に且つ能率よく行うことができる。

【0071】またこの実施形態に於いても、ステップ20 $\sim$ 90により、新しい個体の推定パラメータが必ず下限値以上で上限値以下の値に設定されるので、個体の交配により推定パラメータが発散して不適切な値に設定されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータをその



最適値に到達させてマップ24のチューニングを早く終了させることができる。

【0072】尚図示の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26により制御される推定パラメータはショックアブソーバの各制御段の減衰力マップであるが、必要ならば前記数1のスカイフック減衰係数Cも推定パラメータ制御装置26により制御されるよう構成されてもよい。

【0073】以上に於ては本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

【0074】例えば上述の二つの実施形態に於いては、交配により誕生せしめられる新世代の個体は一つであるが、複数の個体が誕生せしめられてもよく、また評価は新世代を含む $m+1$ 個全ての個体について行われるようになっているが、新世代と評価が高いM個( $M < m$ )の個体についてのみ評価が行われてもよく、更には推定パラメータの変更及び最適の推定パラメータの選定は遺伝的アルゴリズム以外の態様にて行われてもよい。

【0075】また変量推定装置は上述の第一の実施形態に於いてはオブザーバ12であり、第二の実施形態に於いては制御段制御装置14のマップ24であるが、本発明の推定パラメータ制御装置が適用される変量推定装置は入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置であって、推定パラメータがチューニングにより最適化される必要のある任意の変量推定装置であってよい。

【0076】更に図示の実施形態に於いてはオブザーバ12の推定パラメータ及び制御段制御装置14のマップ24の推定パラメータが個別に最適化されるようになっているが、第一及び第二の推定パラメータ制御装置26による推定パラメータの最適化が交互に繰り返し実行され、これによりオブザーバ12及びマップ24のチューニングが更に一層高度に達成されてもよく、またその場合例えば第一及び第二の推定パラメータ制御装置26が統合されることによりオブザーバ12及びマップ24のチューニングが一つの推定パラメータ制御装置により達成されるよう構成されてもよい。

【0077】

【発明の効果】以上の説明より明らかである如く、本発明の請求項1の構成によれば、入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置の推定パラメータが変更され、変更前及び変更後の推定パラメータに基づき変量推定装置により推定された出力変量の確からしさが評価され、評価が最も高い最適の推定パラメータが選定され、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係が調整されるので、多大の時間や労力を費やす試行錯誤を行うことなく所定の対応関係のチューニン

グを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0078】また請求項2の構成によれば、オブザーバの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりオブザーバが調整されるので、オブザーバのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0079】また請求項3の構成によれば、マップの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりマップが調整されるので、マップのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0080】また請求項4の構成によれば、変更手段による推定パラメータの変更及び選定手段による評価結果に基づく最適の推定パラメータの選定を確実に且つ最適に行わせることができるので、上述の請求項1の構成による作用効果を確実に得ることができる。

【0081】また請求項5の構成によれば、車輛のばね上加速度を入力変量として所定の対応関係によりばね上とばね下との間の相対速度の推定値を求める変量推定装置の推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段により所定の対応関係が調整されるので、所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができると共に、変量推定装置によりばね上とばね下との間の相対速度を正確に推定してショックアブソーバの減衰力を高精度に制御することができる。

【0082】また請求項6の構成によれば、推定パラメータは下限値以上で上限値以下の所定の範囲内にて変更されるので、変更手段により推定パラメータが不適切な値に変更されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータがその最適値に到達し、これにより所定の対応関係のチューニングを早く達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】スカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置のオブザーバのチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【図2】ばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ とショックアブソーバの減衰力 $F_{sreq}$ との間の関係を示すグラフである。

【図3】推定パラメータ制御装置のブロック図である。

【図4】第一の実施形態に於ける個体群を示す説明図である。

【図5】バンドパスフィルタ処理後のばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhatb}$ 及び実測値 $V_{yb}$ との間の関係を示すグラフである。

【図6】第一の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図7】第一の実施形態に於けるスカイフック理論に基

15

づく減衰力制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図 8】 推定パラメータ制御装置 26 及び減衰力制御装置 10 に於ける制御を示すタイムチャートである。

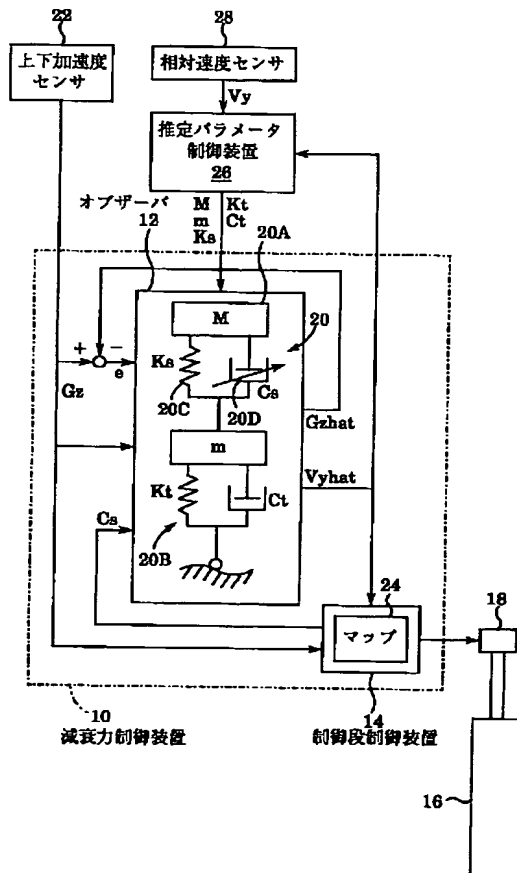
【図 9】 スカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置の制御段制御装置のチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第二の実施形態の概略構成図である。

【図 10】 第二の実施形態に於ける個体群を示す説明図である。

【図 11】 ばね上とばね下との間の相対速度の推定値  $V_{yhat}$  とショックアブソーバの減衰力  $F_{sreq}$  との関係を示すグラフである。

【図 12】 第二の実施形態に於ける推定パラメータ制御 \*

【図 1】



【図 4】

個体I(1):	M(1)	m(1)	Ka(1)	Kt	Ct(1)	(評価値X(1))
個体I(2):	M(1)	m(2)	Ka(2)	Kt	Ct(2)	(評価値X(2))
...	...	...	...	...	...	...
個体I(m):	M(m)	m(m)	Ka(m)	Kt	Ct(m)	(評価値X(m))

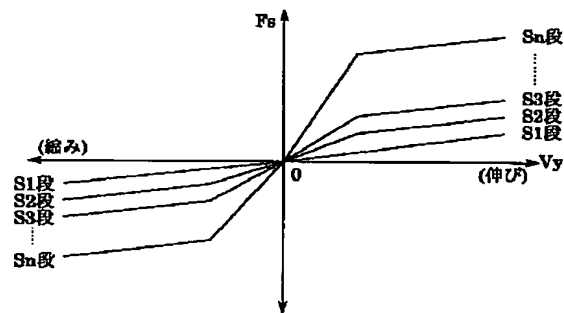
16

\* のルーチンを示すフローチャートである。

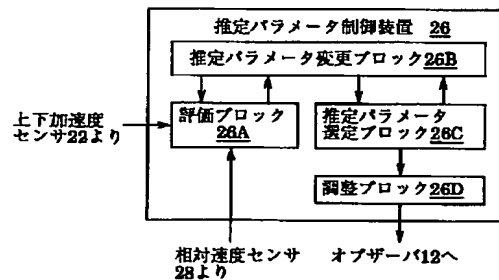
【符号の説明】

- 10…減衰力制御装置
- 12…オブザーバ
- 14…制御段制御装置
- 16…ショックアブソーバ
- 18…アクチュエータ
- 20…単輪 2 自由度のモデル
- 26…推定パラメータ制御装置
- 26A…評価ブロック
- 26B…推定パラメータ変更ブロック
- 26C…推定パラメータ選定ブロック
- 26D…調整ブロック

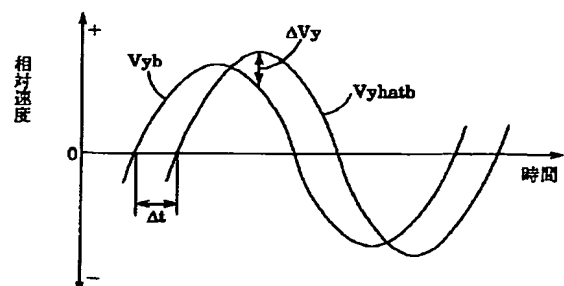
【図 2】



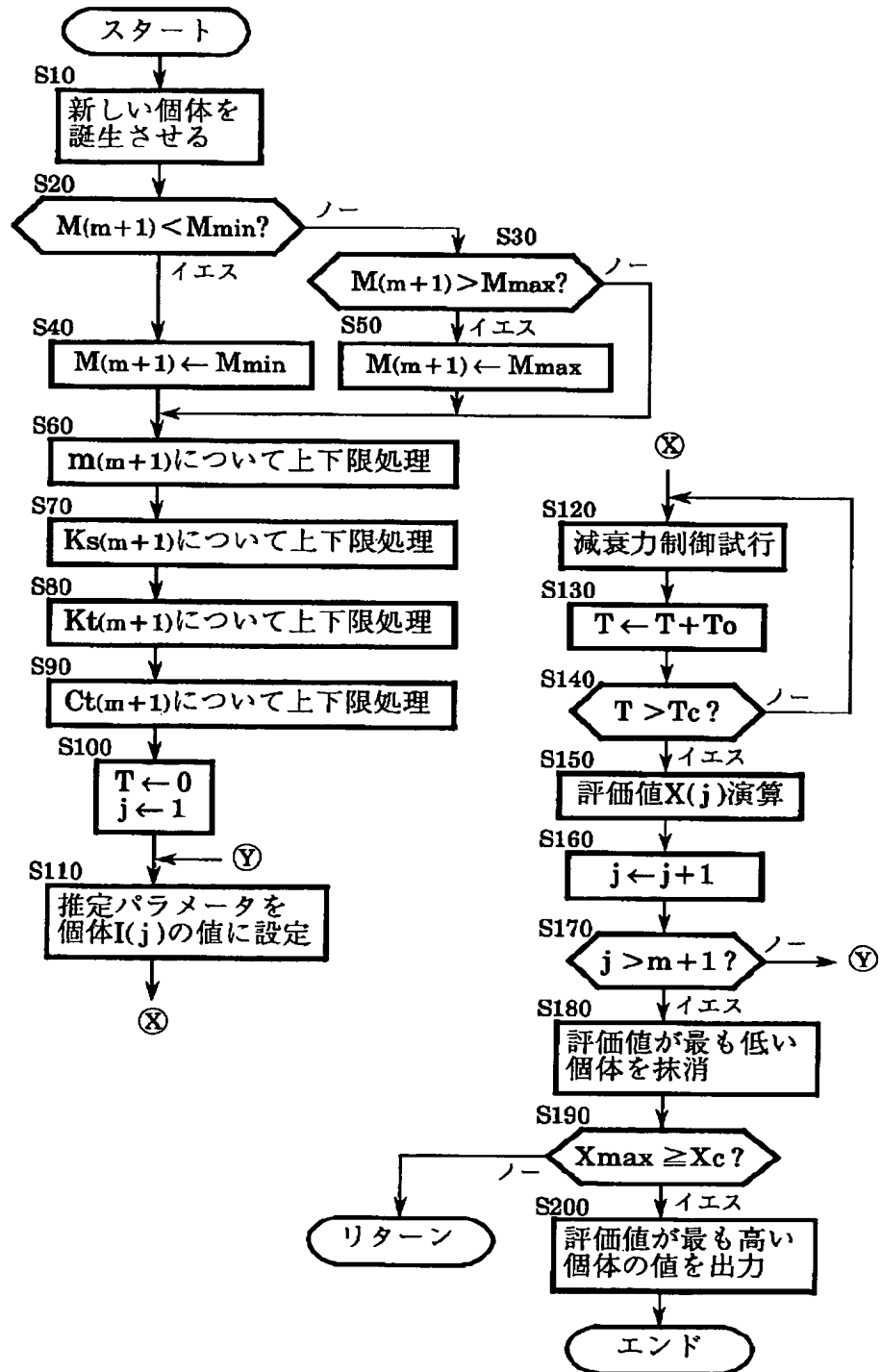
【図 3】



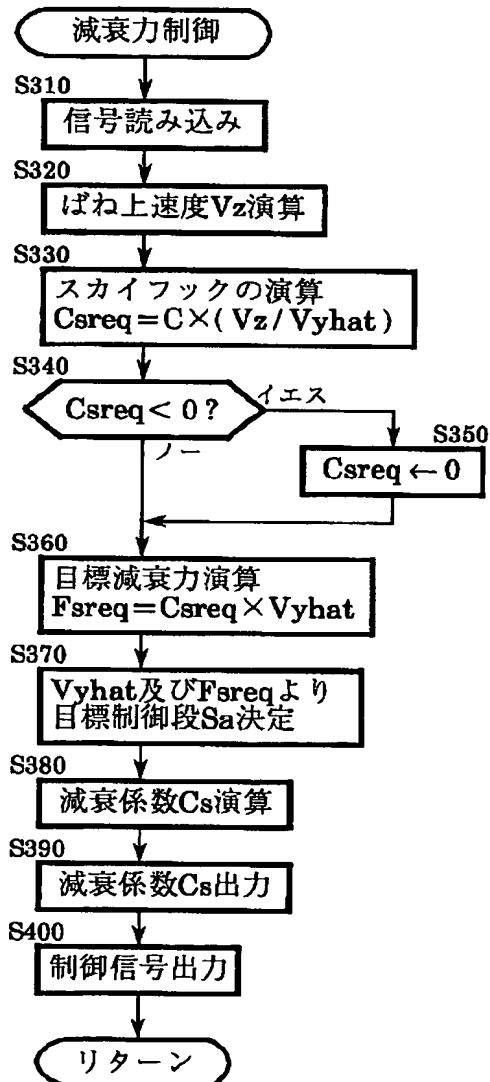
【図 5】



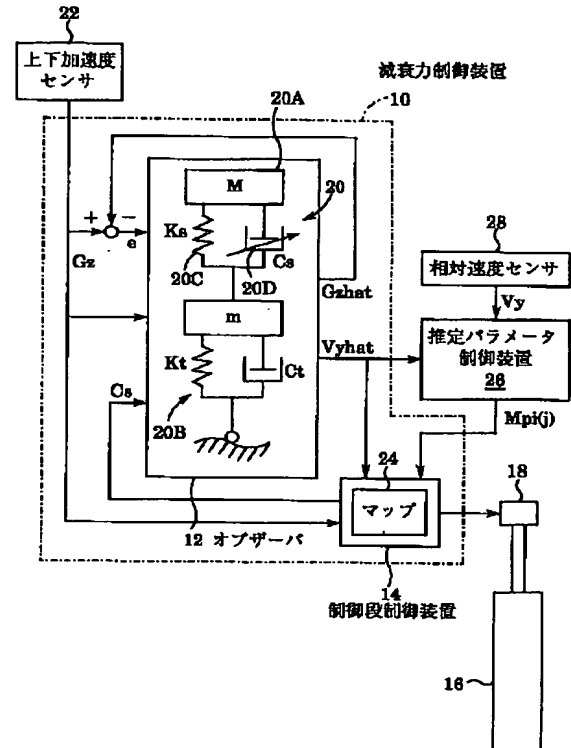
【図6】



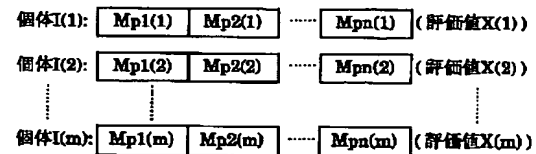
【図 7】



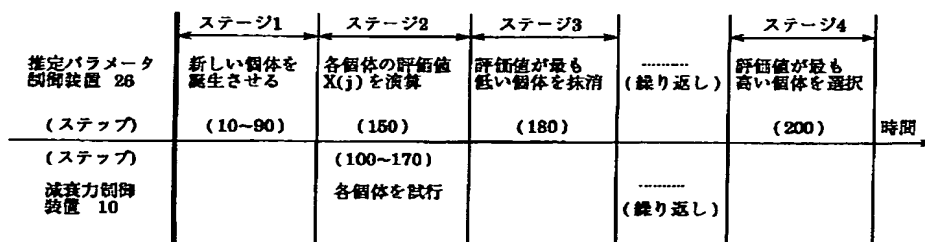
【図 9】



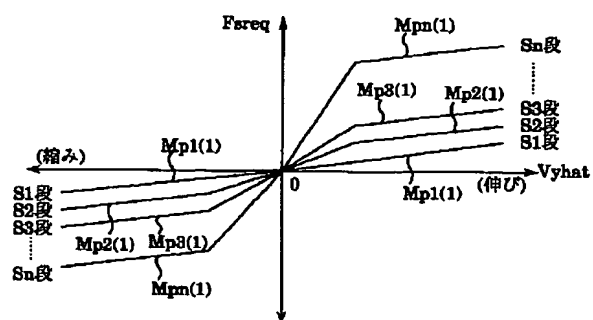
【図 10】



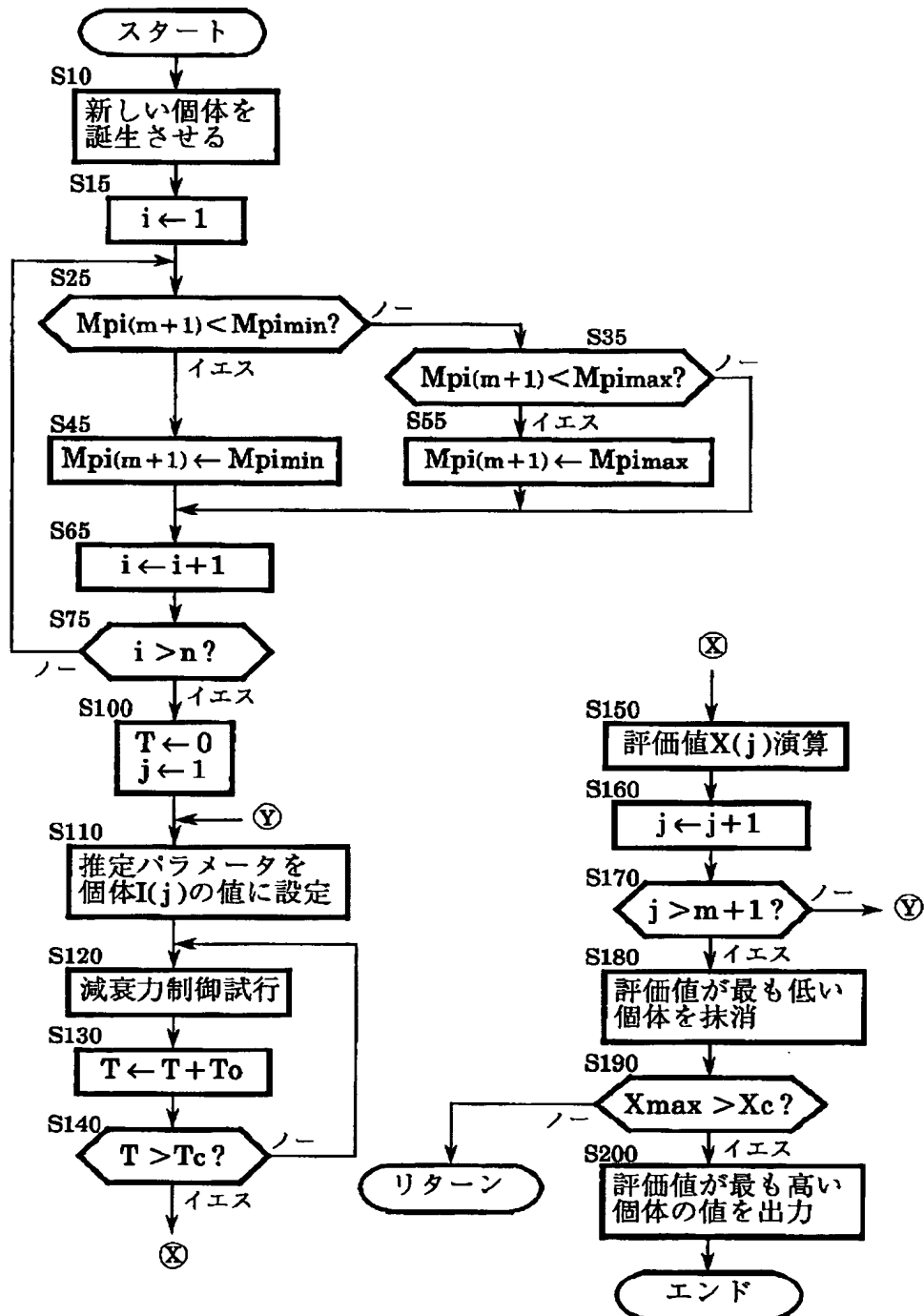
【図 8】



【図 1 1】



【図12】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-244710

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl. G05B 13/04  
 G05B 13/02  
 G06F 15/18  
 // B60G 17/015

(21)Application number : 08-082065

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 11.03.1996

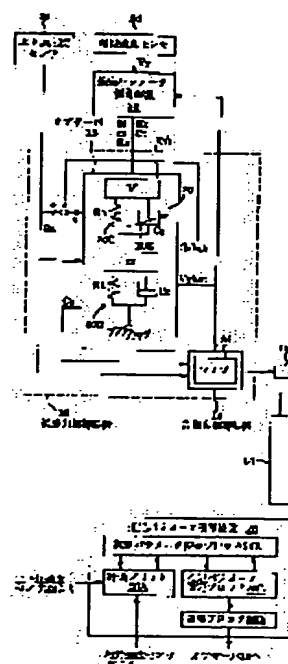
(72)Inventor : OSAKU SATORU  
 MURATA MASAHIRO

## (54) ESTIMATION PARAMETER CONTROLLER FOR VARIABLE ESTIMATION DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To speedily and efficiently tune a prescribed corresponding relation by evaluating the probability of an output variable estimated based on estimation parameters before and after a change, selecting the optimum estimation parameter whose evaluation is the highest and controlling the prescribed corresponding relation.

SOLUTION: An estimation parameter change block 26B generates one new individual. Evaluation values as the indexes of the probability of estimation values Vyhat are operated on the respective individuals based on the measured value of relative speed and the estimated value Vyhat of relative speed between a space above a spring and a space below the spring when an attenuation force controller 10 tries the control of a shock absorber 16 based on gene information of the respective individuals of a new generation containing the new individual. Furthermore, an estimation parameter selection block 26C erases the individual whose evaluation value is the lowest and selects the individual whose evaluation value is the highest. An adjustment block 26D outputs the combination of the optimum parameters to an observer 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

**THIS PAGE LEFT BLANK**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-244710

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 13/04 13/02			G 0 5 B 13/04 13/02	C Z
G 0 6 F 15/18 // B 6 0 G 17/015	5 5 0		G 0 6 F 15/18 B 6 0 G 17/015	5 5 0 C A
審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 13 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-82065

(22) 出願日 平成8年(1996)3月11日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 大作 覚

愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車  
株式会社内

(72) 発明者 村田 正博

愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車  
株式会社内

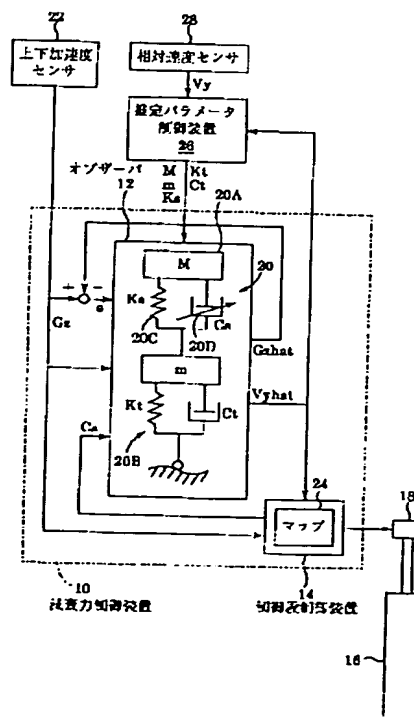
(74) 代理人 弁理士 明石 昌毅

(54) 【発明の名称】 変量推定装置の推定パラメータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 多大の時間及び労力を要する試行錯誤を不要にして所定の対応関係のチューニングを従来に比して遥かに容易に且つ能率よく行う。

【解決手段】 入力変量としてのばね上の上下加速度  $G_z$  について所定の対応関係により出力変量としてのばね上-ばね下間の相対速度の推定値  $V_{yhat}$  を推定するオブザーバ 12 の推定パラメータ制御装置 26。変更ブロック 26 B により推定パラメータを変更し、変更前及び変更後の推定パラメータに基づきオブザーバにより推定された相対速度の推定値の確からしさを評価ブロック 26 A により評価し、選定ブロック 26 C により評価が最も高い最適の推定パラメータを選定し、調整ブロック 26 D により最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力変数について所定の対応関係により出力変数を推定する変数推定装置の推定パラメータ制御装置にして、前記推定パラメータを変更する変更手段と、前記変更前及び変更後の推定パラメータに基づき前記変数推定装置により推定された出力変数の確からしさを評価する評価手段と、前記評価手段による評価が最も高い最適の推定パラメータを選定する選定手段と、前記最適の推定パラメータに基づき前記所定の対応関係を調整する調整手段とを有することを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 の変数推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記所定の対応関係はオブザーバであることを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 の変数推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記所定の対応関係はマップであることを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 の何れかの変数推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変更手段及び前記選定手段は遺伝的アルゴリズムに基づき作動することを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 の何れかの変数推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変数推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、前記入力変数は車輛のばね上加速度であり、前記出力変数は前記相対速度の推定値であり、前記推定パラメータはばね上質量、ばね下質量、前記ばねのばね定数を含み、前記評価手段は前記相対速度の推定値と前記相対速度の実測値との偏差の関数に基づき前記相対速度の推定値の確からしさを評価することを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 の変数推定装置の推定パラメータ制御装置に於いて、前記変更手段は予め設定された上限値及び下限値を有する所定の範囲内にて前記推定パラメータを変更することを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、入力変数について所定の対応関係により出力変数を推定する変数推定装置に係り、更に詳細には変数推定装置の推定パラメータ制御装置に係る。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車等の車輛のサスペンション制御装置の一つとして、例えば特開平 7-89321 号公報に記載されている如く、路面とばね下との間の相対変位、

ばね上とばね下との間の相対速度、ばね下の上下速度、ばね上の上下速度の四つの入力変数に基づき所定の演算式により出力変数としての操作量を演算し、操作量に基づきアクティブサスペンションのアクチュエータに対する作動流体の給排を制御するよう構成されたサスペンション制御装置が従来より知られている。

【0003】 かかるサスペンション制御装置によれば、四つの入力変数に基づき所定の演算式により演算された操作量に基づいてアクティブサスペンションのアクチュエータに対する作動流体の給排が制御され、四つの入力変数に対するゲインは車輛の乗り心地性及び操縦安定性の最適化により定まる値よりサスペンションスプリング及びダンパの分担分を除算した値であるので、サスペンションスプリング及びダンパの分担分を含むゲインをチューニングにより設定しなければならない従来のサスペンション制御装置の場合に比して、各ゲインを容易に且つ的確に設定することができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし上記公報に記載されたサスペンション制御装置に於いても、四つの入力変数に対するゲインを設定するためには車輛の乗り心地性及び操縦安定性の最適化により定まる値を試行錯誤により決定するチューニングが必要であり、そのため四つの入力変数に対する最適のゲインを設定するには多大の時間及び労力が必要である。

【0005】 本発明は、従来のサスペンション制御装置に於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、入力変数について所定の対応関係により出力変数を推定する変数推定装置に於いて、推定パラメータを最適化し、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係を調整することにより、多大の時間及び労力を要する試行錯誤を不要にして所定の対応関係のチューニングを従来に比して遥かに容易に且つ能率よく行い得るようにすることである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上述の如き主要な課題は、本発明によれば、請求項 1 の構成、即ち入力変数について所定の対応関係により出力変数を推定する変数推定装置の推定パラメータ制御装置にして、前記推定パラメータを変更する変更手段と、前記変更前及び変更後の推定パラメータに基づき前記推定装置により推定された出力変数の確からしさを評価する評価手段と、前記評価手段による評価が最も高い最適の推定パラメータを選定する選定手段と、前記最適の推定パラメータに基づき前記所定の対応関係を調整する調整手段とを有することを特徴とする変数推定装置の推定パラメータ制御装置によって達成される。

【0007】 請求項 1 の構成によれば、入力変数について所定の対応関係により出力変数を推定する変数推定装置の推定パラメータが変更され、変更前及び変更後の推

定パラメータに基づき変量推定装置により推定された出力変量の確からしさが評価され、評価が最も高い最適の推定パラメータが選定され、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係が調整されるので、多大の時間や労力を費やす試行錯誤を行うことなく所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0008】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1の構成に於いて、前記所定の対応関係はオブザーバであるよう構成される（請求項2の構成）。

【0009】請求項2の構成によれば、オブザーバの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりオブザーバが調整されるので、オブザーバのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0010】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1の構成に於いて、前記所定の対応関係はマップであるよう構成される（請求項3の構成）。

【0011】請求項3の構成によれば、マップの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりマップが調整されるので、マップのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得るようになる。

【0012】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項1乃至3の構成に於いて、前記変更手段及び前記選定手段は遺伝的アルゴリズムに基づき作動するよう構成される（請求項4の構成）。尚本願に於ける「遺伝的アルゴリズム」（以下必要に応じて「GA」と略記する）とは、推定パラメータを遺伝子とする個体を交配させて新世代を誕生させ、新世代を含む個体を所定の評価関数により評価し、評価が最も低い個体を抹消させると共に必要に応じて評価が最も高い個体を選択するアルゴリズムをいう。

【0013】請求項4の構成によれば、変更手段による推定パラメータの変更及び選定手段による評価結果に基づく最適の推定パラメータの選定が確実に且つ最適に行われるので、上述の請求項1乃至3の構成による作用効果が確実に得られる。

【0014】また本発明によれば、上述の詳細な課題を効果的に達成すべく、請求項1乃至4の構成に於いて、前記変量推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、前記入力変量は車輛のばね上加速度であり、前記出力変量は前記相対速度の推定値であり、前記推定パラメータはばね上質量、ばね下質量、前記ばねのばね定数を含み、前記評価手段は前記相対速度の推定値と前記相対速度の実測値との偏差の関数

に基づき前記相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（請求項5の構成）。

【0015】請求項5の構成によれば、車輛のばね上加速度を入力変量として所定の対応関係によりばね上とばね下との間の相対速度の推定値を求める変量推定装置の推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段により所定の対応関係が調整されるので、所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行い得ると共に、変量推定装置によりばね上とばね下との間の相対速度を正確に推定してショックアブソーバの減衰力を高精度に制御し得るようになる。

【0016】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、請求項4又は5の構成に於いて、前記変更手段は予め設定された上限値及び下限値を有する所定の範囲内にて前記推定パラメータを変更するよう構成される（請求項6の構成）。

【0017】請求項6の構成によれば、推定パラメータは下限値以上で上限値以下の所定の範囲内にて変更されるので、変更手段により推定パラメータが不適切な値に変更されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータがその最適値に到達し、これにより所定の対応関係のチューニングを早く達成することが可能になる。

【0018】

【課題解決手段の好ましい態様】本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、選定手段は最も高い評価が基準値以上であるか否かを判定し、最も高い評価が基準値未満であるときには変更手段による変更及び評価手段による評価を繰り返す、最も高い評価が基準値以上であるときには最も高い評価に対応する推定パラメータを最適の推定パラメータとして選定するよう構成される（好ましい態様1）。

【0019】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至4の何れかの構成に於いて、推定装置はばねと共に車輛のばね上とばね下との間に配設されたショックアブソーバの減衰力をばね上とばね下との間の相対速度に基づき制御する減衰力制御装置の一部を構成しており、入力変量はばね上とばね下との間の相対速度であり、出力変量はショックアブソーバの目標減衰力であり、推定パラメータはショックアブソーバの各制御段についての相対速度と目標減衰力との間の関係を含み、評価手段は相対速度の推定値と相対速度の実測値との偏差の関数に基づき相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（好ましい態様2）。

【0020】本発明の更に他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項5又は上記好ましい態様2の構成に於いて、評価手段は相対速度の推定値と相対速度の実測値との振幅の偏差及び位相差の関数に基づき相対速度の推定値の確からしさを評価するよう構成される（好ましい態様3）。

## 【0021】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照しつつ、本発明を好ましい実施形態について詳細に説明する。

【0022】図1はスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置のオブザーバのチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【0023】図1に於て、減衰力制御装置10はオブザーバ12及び制御段制御装置14を有している。また図1に於て、16は $S_1 \sim S_n$ の $n$ 個の制御段を有するそれ自身周知の減衰力可変式のショックアブソーバを示しており、ショックアブソーバ16は制御段制御装置14により例えばステップモータ式のアクチュエータ18を介して制御段が制御されることにより減衰力、厳密には減衰係数が制御されるようになっている。

【0024】オブザーバ12は内部に単輪2自由度のモデル20を有している。このモデル20の $M$ 及び $m$ はそれぞればね上20Aの質量及びばね下20Bの質量を示し、 $K_s$ 及び $K_t$ はそれぞれサスペンションスプリング20Cのばね定数及びばね下20Bのばね定数を示し、 $C_s$ 及び $C_t$ はそれぞれショックアブソーバ20Dの減衰係数及びばね下20Bの減衰係数を示している。

【0025】オブザーバ12には車輪に近接した位置にて車体に設けられた上下加速度センサ22により検出され図には示されていないフィルタによりバンドパスフィルタ処理された車体の上下加速度 $G_z$ を示す信号が入力され、また制御段制御装置14よりショックアブソーバ16の減衰係数 $C_s$ を示す信号が入力され、オブザーバ12はこれらの入力変数に基づき所定の対応関係にて出力変数としてのばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びばね上加速度の推定値 $G_{zhat}$ を演算するようになっている。特に図示の実施形態に於いては、ばね上加速度の推定値 $G_{zhat}$ と実上下加速度 $G_z$ との偏差 $e$ に基づくフィードバック制御が行われるようになっている。

【0026】図示の実施形態に於いては、制御段制御装置14は後述の如く車体の上下加速度 $G_z$ を積分することによりばね上速度 $V_z$ を演算し、オブザーバ12より入力されるばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びばね上速度 $V_z$ に基づき $C$ をスカイフック減衰係数として下記の数1に従ってスカイフックの演算を行うことにより、ショックアブソーバ16に要求される減衰係数 $C_{sreq}$ を演算する。

【数1】  $C_{sreq} = C \times (V_z / V_{yhat})$

【0027】また制御段制御装置14は、後述の如く減衰係数 $C_{sreq}$ 及び相対速度の推定値 $V_{yhat}$ に基づき下記の数2に従ってショックアブソーバ16に要求される減衰力 $F_{sreq}$ を演算する。

【数2】  $F_{sreq} = C_{sreq} \times V_{yhat}$

【0028】更に制御段制御装置14は、図2に示され

ている如く、ショックアブソーバ16の各制御段 $S_i$

( $i = 1 \sim n$ ) についてばね上とばね下との間の相対速度 $V_y$ とショックアブソーバの減衰力 $F_s$ との関係を示すマップ24を有し、相対速度の推定値 $V_{yhat}$ 及びショックアブソーバに要求される減衰力 $F_{sreq}$ に基づきマップ24より減衰力 $F_s$ が $F_{sreq}$ に最も近い制御段 $S_a$ を $n$ 個の制御段 $S_i$ より選定し、ショックアブソーバの制御段を選定された目標制御段 $S_a$ に制御するための制御信号をアクチュエータ18へ出力し、これによりショックアブソーバの減衰力を制御する。

【0029】図1に示されている如く、オブザーバ12の推定パラメータであるばね上20Aの質量 $M$ 、ばね下20Bの質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ は推定パラメータ制御装置26より入力される。推定パラメータ制御装置26には相対速度センサ28よりばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ を示す信号が入力されるようになっている。

【0030】図3に示されている如く、推定パラメータ制御装置26は評価ブロック26Aと推定パラメータ変更ブロック26Bと推定パラメータ選定ブロック26Cと調整ブロック26Dとを有している。推定パラメータ変更ブロック26Bは、図4に示されている如く、上記5種類の推定パラメータ、即ちばね上の質量 $M$ 、ばね下の質量 $m$ 、サスペンションスプリングのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ の組合せを遺伝子とする $m$ 個の個体 $I(j)$  ( $j = 1 \sim m$ ) よりなる個体群と、各個体に対応する $m$ 個の評価関数としての評価値 $X(j)$ とを記憶手段に記憶している。各遺伝子情報は例えば「0」と「1」とよりなる8桁の数として表現され、各遺伝子情報及び評価値の初期値は車輛の出荷時に予め所定値に設定される。

【0031】また推定パラメータ変更ブロック26Bはこれらの個体をGAに則り交配させて一つの新しい個体 $I(m+1)$ を誕生させ、その新しい個体を含む新世代の各個体の遺伝子情報に基づき減衰力制御装置10によりショックアブソーバ16の制御が試行された際のばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ 及び相対速度の推定値 $V_{yhat}$ に基づき推定値 $V_{yhat}$ の確からしさの指標としての評価値 $X(j)$ を各個体について演算する。

【0032】特に図示の実施形態に於いては、図5に示されている如く、ばね上とばね下との間の相対速度の実測値 $V_y$ のバンドパスフィルタ処理後の値を $V_{yhatb}$ とし、相対速度の推定値 $V_{yhat}$ のバンドパスフィルタ処理後の値を $V_{yhatb}$ として、これらの振幅偏差 $\Delta V_y = V_{yhatb} - V_{yhatb}$ が演算され、また $V_{yhatb}$ 及び $V_{yhatb}$ の位相差 $\Delta t$ が演算される。そしてそれぞれ下記の数3及び数4に従って振幅偏差の積分値 $E_1$ 及び位相差の積算値 $E_2$ が演算され、 $K_1$ 、 $K_2$ 及び $A$ をそれぞれ正の定数として下記の数5に従って評価値 $X(j)$ が演算される。

【0033】

【数3】  $E1 = \int \Delta V_y^2 dt$

【数4】  $E2 = \Sigma \Delta t^2$

【数5】  $X(j) = A / (K1 \times E1 + K2 \times E2)$

【0034】更に推定パラメータ選定ブロック26Cは新しい個体を含む $m+1$ 個の個体より評価値 $X(j)$ が最も低い個体を抹消させると共に必要に応じて各個体を順次繰り上げ、残りの $m$ 個の個体、即ち新世代より評価値 $X(j)$ が最も高い個体を選択する。そして調整ブロック26Dはブロック26Cにより選択された個体の遺伝子情報、即ち最適の推定パラメータの組合せを減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力し、これによりオブザーバの推定パラメータを最適値に設定する。

【0035】特に図示の実施形態に於いては、各推定パラメータについて下記の表1に示されている如く上限値及び下限値が設定されている。尚これらの上限値及び下限値は各推定パラメータを所定の範囲内の値に設定するためのものである。

【0036】

【表1】

推定パラメータ	上限値	下限値
M	Mmax	Mmin
m	mmax	mmin
Ks	Ksmax	Ksmin
Kt	Ktmax	Ktmin
Ct	Ctmax	Ctmin

【0037】またGAによる個体の交配は、個体間に於いて遺伝子情報を組み替える任意の操作により行われてよいが、主として「遺伝子情報の交換による交叉」（一方の個体の $n$ 個の遺伝子の一部が他方の個体の対応する遺伝子に入れ替えられる）、「一つの遺伝子情報内に於ける交叉」（二つの個体の互いに対応する遺伝子情報の一部が相互に入れ替えられる）、「突然変異」（一方の個体の $n$ 個の遺伝子の一部が他方の個体の対応する遺伝子情報と対立する情報の遺伝子に入れ替えられる）の三つの態様にて行われる。これらの交叉に於いて、何れの遺伝子を入れ替えるか、何れの遺伝子の何れの情報部分を入れ替えるか、何れの個体の組合せについて交叉が行われるかは予め設定された確率により決定される。

【0038】尚減衰力制御装置10は実際には例えばCPU、ROM、RAM、入出力装置を含むマイクロコンピュータ及び駆動回路にて構成されてよく、推定パラメータ制御装置26も実際には例えばCPU、ROM、RAM、入出力装置を含むマイクロコンピュータにて構成されてよい。

【0039】次に図6のフローチャートを参照して図示の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンについて説明する。

【0040】まずステップ10に於いては交配により新世代 $I(m+1)$ を誕生させる演算が行われる。ステップ2

0に於いては新しい個体のばね上の質量 $M(m+1)$ がその下限値 $Mmin$ 未満であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ30へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ40に於いて新しい個体のばね上の質量 $M(m+1)$ がその下限値 $Mmin$ に設定される。

【0041】ステップ30に於いては新しい個体のばね上の質量 $M(m+1)$ がその上限値 $Mmax$ を越えているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ60へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ50に於いて新しい個体のばね上の質量 $M(m+1)$ がその上限値 $Mmax$ に設定される。

【0042】ステップ60に於いては新しい個体のばね下の質量 $m(m+1)$ についてステップ20～50と同様の処理により下限値 $mmin$ 及び上限値 $mmax$ によるガード処理が行われ、ステップ70に於いては新しい個体のサスペンションスプリングのばね定数 $Ks(m+1)$ についてステップ20～50と同様の処理により下限値 $Ksmin$ 及び上限値 $Ksmax$ によるガード処理が行われる。

【0043】またステップ80に於いては新しい個体のばね下のばね定数 $Kt(m+1)$ についてステップ20～50と同様の処理により下限値 $Ktmin$ 及び上限値 $Ktmax$ によるガード処理が行われ、ステップ90に於いては新しい個体のばね下の減衰係数 $Ct(m+1)$ についてステップ20～50と同様の処理により下限値 $Ctmin$ 及び上限値 $Ctmax$ によるガード処理が行われる。

【0044】ステップ100に於いてはタイマのカウント値が0にリセットされると共に、 $j$ が1にセットされ、ステップ110に於いてオブザーバ12の推定パラメータ $M$ 、 $m$ 、 $Ks$ 、 $Kt$ 及び $Ct$ がそれぞれ個体 $I(j)$ の値 $M(j)$ 、 $m(j)$ 、 $Ks(j)$ 、 $Kt(j)$ 、 $Ct(j)$ に設定される。

【0045】ステップ120に於いては推定パラメータが個体 $I(j)$ の値に設定された状態で図6に示されたルーチンと同様のルーチンに従ってスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御、即ち試行が行われ、ステップ130に於いてはタイマのカウント値 $T$ が $To$ （正の定数）インクリメントされる。

【0046】ステップ140に於いてはタイマのカウント値 $T$ が基準値 $Tc$ （正の定数）を越えているか否かの判別、即ち試行時間が経過したか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ120へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ150へ進む。ステップ150に於いては相対速度センサ28により検出された相対速度の実測値 $Vy$ の読み込みが行われると共に、ステップ130に於いてタイマのカウント値が0にリセットされた時点以降の試行時間内に於ける振幅偏差の積分値 $E1$ 及び位相差の積算値 $E2$ がそれぞれ上記数3及び数4に従って演算され、評価値 $X(j)$ が上記数5に従って演算される。

【0047】ステップ160に於いては $j$ が1インクリ

メントされ、ステップ170に於いてはjがm+1を超えているか否かの判別、即ち新しい個体を含む全ての個体について試行が行われたか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ110へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ180へ進む。

【0048】ステップ180に於いてはm+1個の個体のうち評価値が最も低い個体が抹消され、ステップ190に於いては最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ （正の定数）以上であるか否かの否定判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ10へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ200に於いてm個の個体のうち評価値が最も高い個体を選択されると共に、その個体の遺伝子情報、即ち推定パラメータが減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力され、しかる後このルーチンによる制御を終了する。

【0049】次に図7を参照して図1に示された制御段制御装置14により実行されるスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御のルーチンについて説明する。尚ステップ120に於けるショックアブソーバの減衰力の試行制御のルーチンも図7のルーチンと同様である。

【0050】ステップ310に於いては上下加速度センサ22により検出されバンドパスフィルタ処理された車体の上下加速度 $G_z$ を示す信号及びオブザーバ12により推定されたばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ の読み込みが行われ、ステップ320に於いては車体の上下加速度 $G_z$ を積分することによりばね上速度 $V_z$ が演算される。

【0051】ステップ330に於いては相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ 及びばね上速度 $V_z$ に基づき前記数1に従ってスカイフックの演算が行われることにより、ショックアブソーバ16に要求される目標減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が演算される。ステップ340に於いては減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が負であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはそのままステップ360へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ350に於いて減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ が0に設定される。

【0052】ステップ360に於いては目標減衰係数 $C_{\text{sreq}}$ 及び相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づき前記数2に従ってショックアブソーバ16の目標減衰力 $F_{\text{sreq}}$ が演算され、ステップ370に於いては相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ 及び目標減衰力 $F_{\text{sreq}}$ に基づき図2に示されたグラフに対応するマップ24よりショックアブソーバの目標制御段 $S_a$ が決定される。

【0053】ステップ380に於いては目標制御段 $S_a$ 及び相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づきショックアブソーバの減衰係数 $C_s$ が求められ、ステップ390に於いては減衰係数 $C_s$ を示す信号がオブザーバ12へ出力される。ステップ400に於いては目標制御段 $S_a$ に対応する制御信号がアクチュエータ18へ出力され、これによ

りショックアブソーバの制御段が目標制御段に制御される。

【0054】かくして図示の第一の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26及び減衰力制御装置10に於ける制御のタイムシーケンスは図8に示されている通りである。即ちステージ1～3の順に各制御が実行され、ステージ3が完了するとステージ1～3が再度繰返し実行される。そして最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ 以上になるとステージ4が実行される。尚ステージ2の時間は1時間程度に設定され、ステージ1及び3は実質的に瞬間的に行われる。

【0055】以上の説明より解る如く、図示の実施形態によれば、ステップ10～90に於いて個体の交配により新しい個体が誕生せしめられ、ステップ100～170に於いて各個体が試行され、ステップ150に於いて各個体の評価値 $X(j)$ が演算され、ステップ180に於いて評価値が最も低い個体が抹消せしめられる。そしてステップ190に於いて最も高い評価値 $X_{\max}$ が基準値 $X_c$ 以上である旨の判別が行われるまでステップ10～180が繰返し実行され、ステップ190に於いて肯定判別が行われるとステップ200に於いて評価値が最も高い個体を選択され、その個体の推定パラメータが減衰力制御装置10のオブザーバ12へ出力され、これによりオブザーバの推定パラメータのチューニングが完了する。

【0056】尚オブザーバの推定パラメータのチューニングが完了すると、推定パラメータ制御装置26が減衰力制御装置10より取り外され、減衰力制御装置10のオブザーバ12はチューニングにより設定された推定パラメータにより相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ を演算し、制御段制御装置14は相対速度の推定値 $V_{\text{yhat}}$ に基づきスカイフック制御によるショックアブソーバの減衰力の制御を実行する。

【0057】図示の実施形態によれば、車輛の実際の状態に応じてオブザーバの推定パラメータが自動的にチューニングされるので、従来は試行錯誤によるチューニングにより長時間かけて行われていたオブザーバの推定パラメータの設定を容易に且つ能率よく行うことができる。

【0058】また図示の実施形態によれば、ステップ20～90により、新しい個体の推定パラメータが必ず下限値以上で上限値以下の値に設定されるので、個体の交配により推定パラメータが発散して不適切な値に設定されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータをその最適値に到達させてオブザーバ12のチューニングを早く終了させることができる。

【0059】尚図示の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26により制御されるオブザーバ12の推定パラメータはばね上20Aの質量M、ばね下20Bの

質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ であるが、必要ならばばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ は推定パラメータ制御装置26により制御されることなく一定値に設定されてもよい。

#### 【0060】第二の実施形態

図9はスカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置の制御段制御装置のチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第二の実施形態の概略構成図である。尚図9に於いて、図1

に示された部材に対応する部材には図1に於いて付された符号と同一の符号が付されている。

【0061】この実施形態に於いては、オブザーバ12の推定パラメータ、即ちばね上20Aの質量 $M$ 、ばね下20Bの質量 $m$ 、サスペンションスプリング20Cのばね定数 $K_s$ 、ばね下のばね定数 $K_t$ 及びばね下の減衰係数 $C_t$ はそれぞれ予め所定の値に設定されており、制御段制御装置14のマップ24が推定パラメータ制御装置26によりチューニングされるようになっている。

【0062】この実施形態に於ける推定パラメータ制御装置26の推定パラメータ変更ブロック(26B)は、図10に示されている如く、 $n$ 個の減衰力マップ $Mp1(j) \sim Mp_n(j)$ の組合せを遺伝子とする $m$ 個の個体 $I(j)$  ( $j=1 \sim m$ )よりなる個体群と、各個体に対応する $m$ 個の評価値 $X(j)$ とを記憶手段に記憶している。減衰力マップ $Mp1(j) \sim Mp_n(j)$ は、図11に個体 $I(1)$  ( $j=1$ )について示されている如く、それぞれショックアブソーバの $S1$ 段 $\sim S_n$ 段に対応するばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{\hat{y}}$ と減衰力 $F_{sreq}$ との間の関係である。

【0063】この実施形態に於いても、遺伝子情報のマップ $Mp1(j) \sim Mp_n(j)$ について下記の表2に示されている如く上限値及び下限値が設定されている。尚上限値及び下限値は各制御段のマップを所定の範囲内の値に設定するためのものである。

【表2】

マップ	上限値	下限値
$Mp1(j)$	$Mp1_{max}$	$Mp1_{min}$
$Mp2(j)$	$Mp2_{max}$	$Mp2_{min}$
.	.	.
.	.	.
$Mp_n(j)$	$Mp_n_{max}$	$Mp_n_{min}$

【0064】次に図12のフローチャートを参照して第二の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンについて説明する。

【0065】この実施形態のステップ15に於いては $i$ が1にセットされ、ステップ25に於いては新しい個体の減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が下限値 $Mp_{imin}$ より小さいか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ35へ進み、肯定判別が行われたときにはステッ

プ45に於いて減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が下限値 $Mp_{imin}$ に設定される。

【0066】ステップ35に於いては減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が上限値 $Mp_{imax}$ より大きいか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ65へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ55に於いて減衰力マップ $Mpi(m+1)$ が上限値 $Mp_{imax}$ に設定される。

【0067】ステップ65に於いては $i$ が1インクリメントされ、ステップ75に於いては $i$ が $n$ を越えているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ25へ戻り、肯定判別が行われたときにはステップ100へ進む。ステップ100 $\sim$ 200は上述の第一の実施形態の場合と同様に実行されるが、ステップ110に於いては推定パラメータ、即ち制御段制御装置14のマップ24が個体 $I(j)$ の値に設定され、ステップ120に於いてはそのマップを用いて図7に示されたフローチャートに従ってショックアブソーバ16の減衰力の制御が試行される。

【0068】従ってこの実施形態に於いても、ステップ10 $\sim$ 90に於いて個体の交配により新しい個体が誕生せしめられ、ステップ100 $\sim$ 170に於いて各個体が試行され、ステップ150に於いて各個体の評価値 $X(j)$ が演算され、ステップ180に於いて評価値が最も低い個体が抹消せしめられる。そしてステップ190に於いて最も高い評価値 $X_{max}$ が基準値 $X_c$ 以上である旨の判別が行われるまでステップ10 $\sim$ 180が繰り返し実行され、ステップ190に於いて肯定判別が行われるとステップ200に於いて評価値が最も高い個体を選択され、その個体の推定パラメータが制御段制御装置14のマップ24へ出力され、これによりマップの推定パラメータのチューニングが完了する。

【0069】またマップ24の推定パラメータのチューニングが完了すると、推定パラメータ制御装置26が制御段制御装置24より取り外され、制御段制御装置24は減衰力制御装置10のオブザーバ12により推定された相対速度の推定値 $V_{\hat{y}}$ に基づきマップ24より目標減衰力 $F_{sreq}$ を演算し、目標減衰力に基づきショックアブソーバの減衰力の制御を実行する。

【0070】かくして図示の第二の実施形態によれば、ショックアブソーバ16の実際の状態に応じてマップの推定パラメータが自動的にチューニングされるので、従来は試行錯誤によるチューニングにより長時間かけて行われていたマップの設定を容易に且つ能率よく行うことができる。

【0071】またこの実施形態に於いても、ステップ20 $\sim$ 90により、新しい個体の推定パラメータが必ず下限値以上で上限値以下の値に設定されるので、個体の交配により推定パラメータが発散して不適切な値に設定されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータをその

最適値に到達させてマップ24のチューニングを早く終了させることができる。

【0072】尚図示の実施形態に於いては、推定パラメータ制御装置26により制御される推定パラメータはショックアブソーバの各制御段の減衰力マップであるが、必要ならば前記数1のスカイフック減衰係数Cも推定パラメータ制御装置26により制御されるよう構成されてもよい。

【0073】以上に於ては本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

【0074】例えば上述の二つの実施形態に於いては、交配により誕生せしめられる新世代の個体は一つであるが、複数の個体が誕生せしめられてもよく、また評価は新世代を含む $m+1$ 個全ての個体について行われるようになっているが、新世代と評価が高い $M$ 個( $M < m$ )の個体についてのみ評価が行われてもよく、更には推定パラメータの変更及び最適の推定パラメータの選定は遺伝的アルゴリズム以外の態様にて行われてもよい。

【0075】また変量推定装置は上述の第一の実施形態に於いてはオブザーバ12であり、第二の実施形態に於いては制御段制御装置14のマップ24であるが、本発明の推定パラメータ制御装置が適用される変量推定装置は入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置であって、推定パラメータがチューニングにより最適化される必要のある任意の変量推定装置であってよい。

【0076】更に図示の実施形態に於いてはオブザーバ12の推定パラメータ及び制御段制御装置14のマップ24の推定パラメータが個別に最適化されるようになっているが、第一及び第二の推定パラメータ制御装置26による推定パラメータの最適化が交互に繰り返し実行され、これによりオブザーバ12及びマップ24のチューニングが更に一層高度に達成されてもよく、またその場合例えば第一及び第二の推定パラメータ制御装置26が統合されることによりオブザーバ12及びマップ24のチューニングが一つの推定パラメータ制御装置により達成されるよう構成されてもよい。

【0077】

【発明の効果】以上の説明より明らかである如く、本発明の請求項1の構成によれば、入力変量について所定の対応関係により出力変量を推定する変量推定装置の推定パラメータが変更され、変更前及び変更後の推定パラメータに基づき変量推定装置により推定された出力変量の確からしさが評価され、評価が最も高い最適の推定パラメータが選定され、最適の推定パラメータに基づき所定の対応関係が調整されるので、多大の時間や労力を費やす試行錯誤を行うことなく所定の対応関係のチューニン

グを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0078】また請求項2の構成によれば、オブザーバの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりオブザーバが調整されるので、オブザーバのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0079】また請求項3の構成によれば、マップの推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段によりマップが調整されるので、マップのチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができる。

【0080】また請求項4の構成によれば、変更手段による推定パラメータの変更及び選定手段による評価結果に基づく最適の推定パラメータの選定を確実に且つ最適に行わせることができるので、上述の請求項1の構成による作用効果を確実に得ることができる。

【0081】また請求項5の構成によれば、車輛のばね上加速度を入力変量として所定の対応関係によりばね上とばね下との間の相対速度の推定値を求める変量推定装置の推定パラメータが最適化され、その最適の推定パラメータに基づき調整手段により所定の対応関係が調整されるので、所定の対応関係のチューニングを遥かに容易に且つ能率よく行うことができると共に、変量推定装置によりばね上とばね下との間の相対速度を正確に推定してショックアブソーバの減衰力を高精度に制御することができる。

【0082】また請求項6の構成によれば、推定パラメータは下限値以上で上限値以下の所定の範囲内にて変更されるので、変更手段により推定パラメータが不適切な値に変更されることを確実に防止し、これにより上限値及び下限値が設定されない場合に比して早く推定パラメータがその最適値に到達し、これにより所定の対応関係のチューニングを早く達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】スカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置のオブザーバのチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【図2】ばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ とショックアブソーバの減衰力 $F_{sreq}$ との間の関係を示すグラフである。

【図3】推定パラメータ制御装置のブロック図である。

【図4】第一の実施形態に於ける個体群を示す説明図である。

【図5】バンドパスフィルタ処理後のばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhatb}$ 及び実測値 $V_{yhb}$ との間の関係を示すグラフである。

【図6】第一の実施形態に於ける推定パラメータ制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図7】第一の実施形態に於けるスカイフック理論に基



づく減衰力制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図8】推定パラメータ制御装置26及び減衰力制御装置10に於ける制御を示すタイムチャートである。

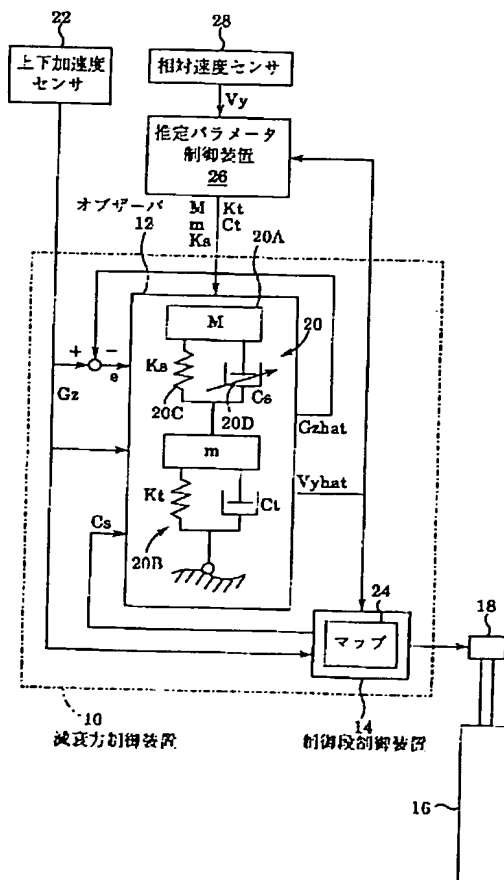
【図9】スカイフック理論に基づくショックアブソーバの減衰力制御装置の制御段制御装置のチューニングに対し適用された本発明による推定パラメータ制御装置の第二の実施形態の概略構成図である。

【図10】第二の実施形態に於ける個体群を示す説明図である。

【図11】ばね上とばね下との間の相対速度の推定値 $V_{yhat}$ とショックアブソーバの減衰力 $F_{sreq}$ との間の関係を示すグラフである。

【図12】第二の実施形態に於ける推定パラメータ制御

【図1】



【図1】

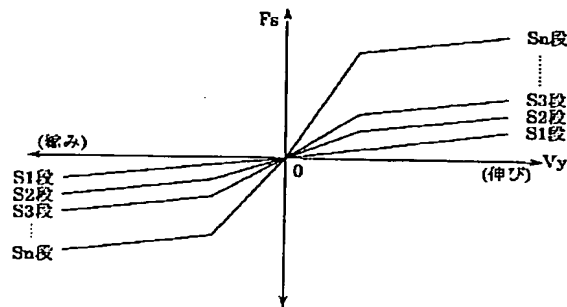
個体1(1):	M(1)	m(1)	Ks(1)	Kt	Ct(1)	(評価値X(1))
個体1(2):	M(1)	m(2)	Ks(2)	Kt	Ct(2)	(評価値X(2))
...	...	...	...	...	...	...
個体1(m):	M(m)	m(m)	Ks(m)	Kt	Ct(m)	(評価値X(m))

のルーチンを示すフローチャートである。

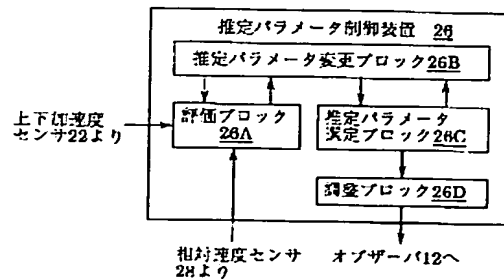
【符号の説明】

- 10…減衰力制御装置
- 12…オブザーバ
- 14…制御段制御装置
- 16…ショックアブソーバ
- 18…アクチュエータ
- 20…単輪2自由度のモデル
- 26…推定パラメータ制御装置
- 26A…評価ブロック
- 26B…推定パラメータ変更ブロック
- 26C…推定パラメータ選定ブロック
- 26D…調整ブロック

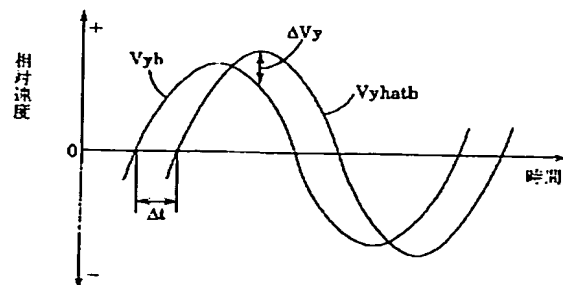
【図2】



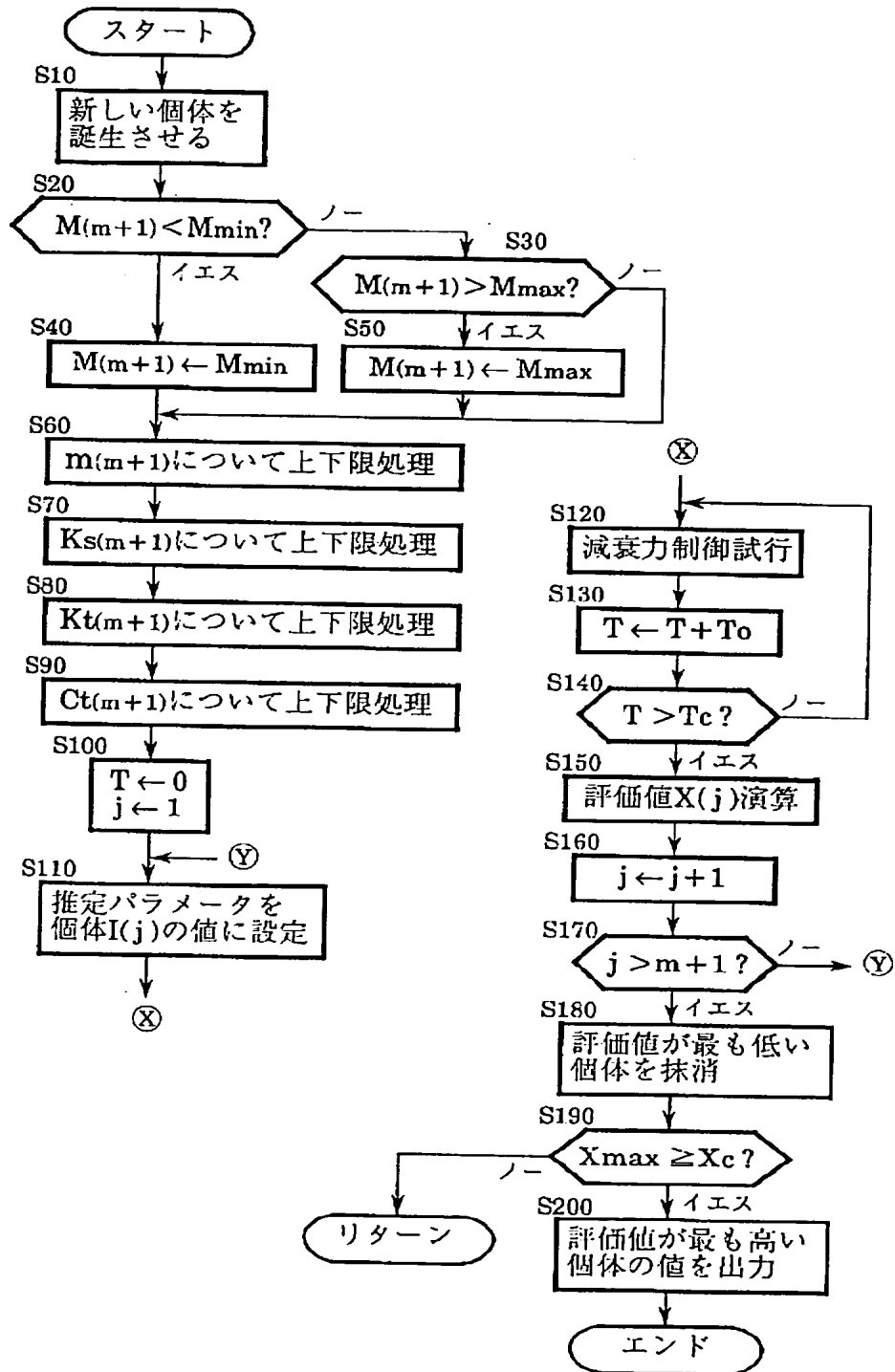
【図3】



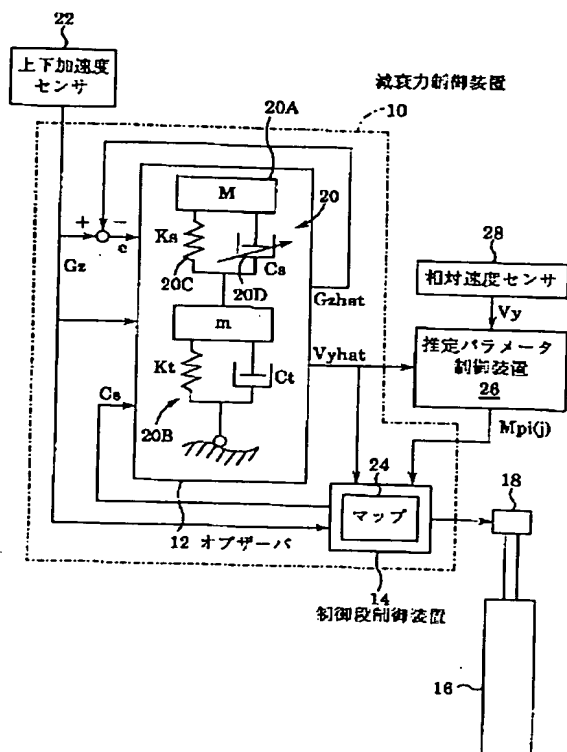
【図5】



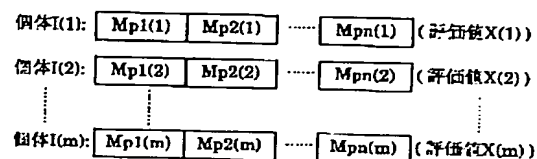
【図 6】



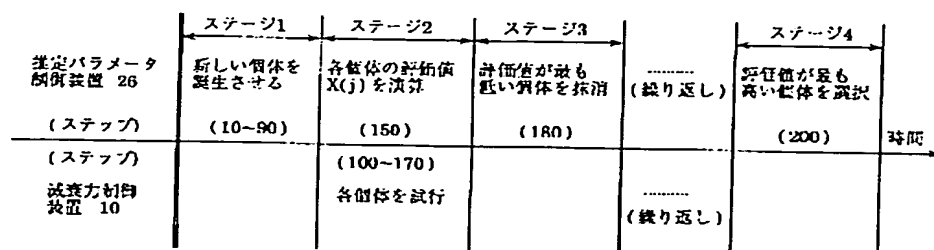
【図 9】



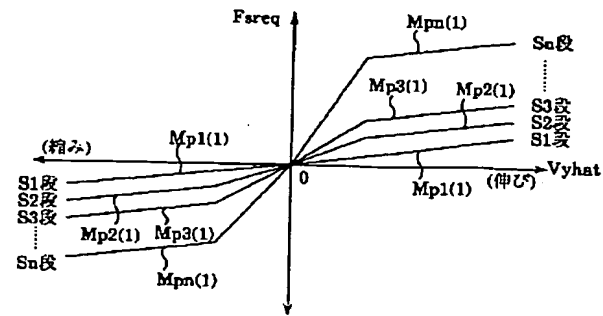
【図 10】



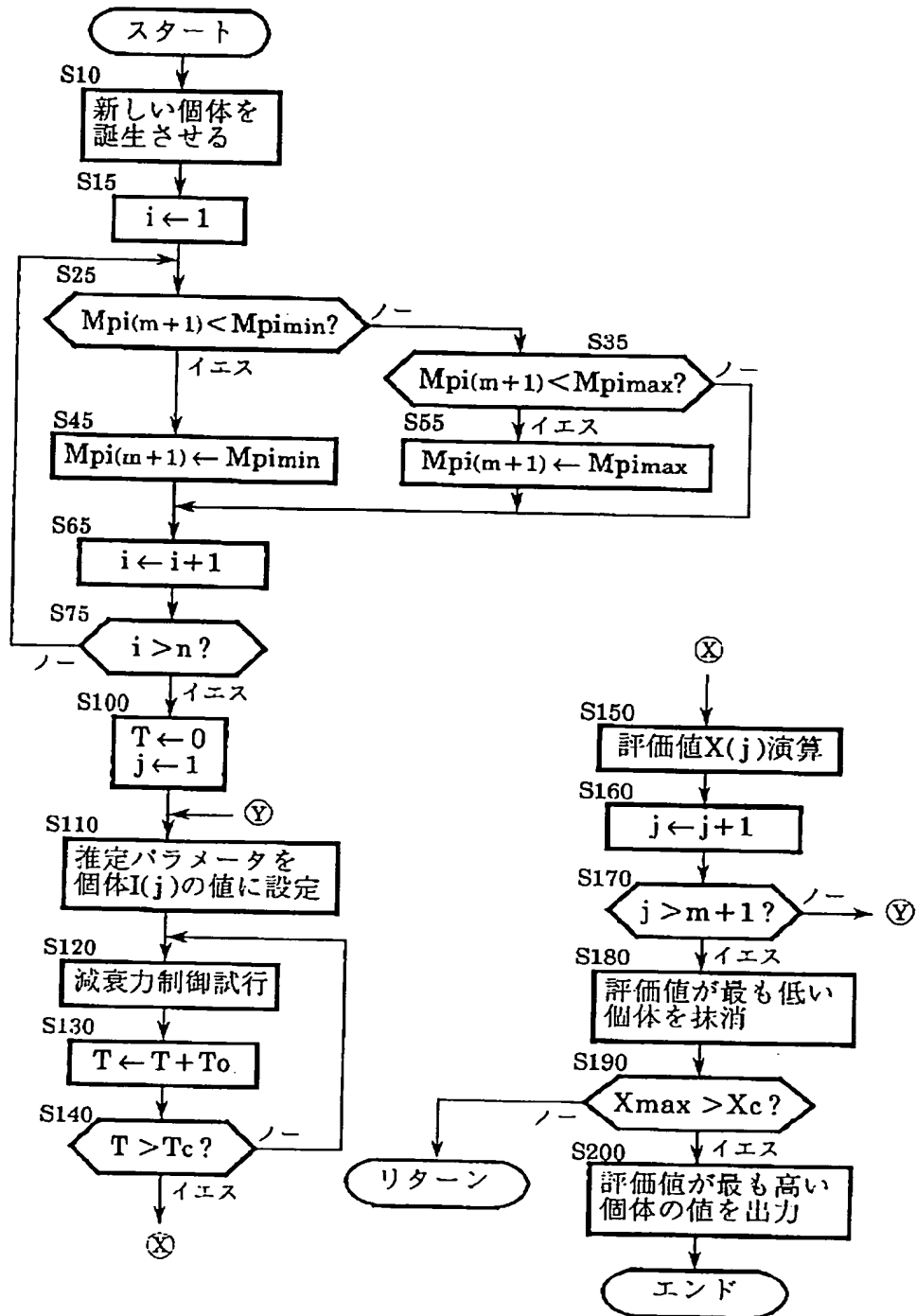
【图 8】



【図11】



【図 12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**